

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-167854

(43)公開日 平成8年(1996)6月25日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 3 M 7/40

9382-5K

G 0 6 T 9/00

H 0 4 N 1/41

B

G 0 6 F 15/ 66

3 3 0 D

H 0 4 N 7/ 13

Z

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平6-308812

(22)出願日

平成6年(1994)12月13日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72)発明者 井上 直幸

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 小笠原 吉義 (外2名)

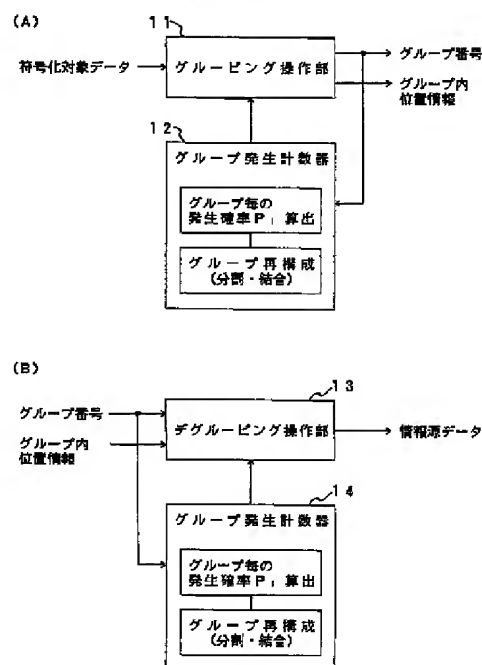
(54)【発明の名称】 レベルプレーン展開法を用いる符号化方法および符号／復号装置

(57)【要約】

【目的】 多値情報を2値情報に変換する際にレベルプレーン展開法を用いる符号化方法および符号／復号装置に関し、レベル間結合のパターンを予測された情報源の性質に合わせて最適化し、あらゆる統計的性質を有する情報源に対しても、ほぼ一定の効率で符号化を可能とすることを目的とする。

【構成】 符号化時に、グルーピング操作部11によって符号化対象データが属するグループ番号とグループ内位置情報を識別するためのグルーピングパターンを、グループ毎の発生確率をもとにグループ発生計数器12によって動的に変化させる。復号の際にもグルーピング発生計数器14で同様に求めたグルーピングパターンによりデグルーピングを行う。

本発明の原理ブロック図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 多値情報を2値情報に変換する際にレベルプレーン展開法を用いる符号化方法において、符号化対象データを入力する過程と、入力した符号化対象データについて、レベルプレーンのグルーピングパターン情報に従って所属グループとグループ内位置情報を識別し、グループ番号とグループ内位置情報を出力する過程と、グループ毎の発生回数を累計し、発生確率を算出する過程と、グループ毎の発生確率に基づいてグループを分割または結合することにより、グループを再構成する過程とを有し、レベル間結合の結合パターンを動的に変化させ、エントロピーを最小化する符号化を行うことを特徴とするレベルプレーン展開法を用いる符号化方法。

【請求項2】 多値情報を2値情報に変換する際にレベルプレーン展開法を用いる符号化を行う符号装置において、符号化対象データを入力し、定められたグルーピングパターン情報に従って、符号化対象データがどのグループに属しているかを示すグループ番号と、グループ内のどの位置にあるかを示すグループ内位置情報とを生成するグルーピング操作手段と、前記グルーピング操作手段によって生成されたグループ番号をそれぞれ計数し、計数結果により算出されたグループの発生確率に基づいてグループを分割または結合することにより、情報源に対して符号化のエントロピーが最小化するようにグループを再構成し、その結果のグルーピングパターン情報を前記グルーピング操作手段に通知するグループ発生計数手段とを備えたことを特徴とする符号装置。

【請求項3】 請求項2記載の符号装置において、前記グルーピング操作手段によって生成されたグループ番号をエントロピー符号化するエントロピー符号器と、前記グルーピング操作手段によって生成されたグループ内位置情報を等長符号化する等長符号器と、前記エントロピー符号器の出力と前記等長符号器の出力とを合成し、符号データとする符号合成器とを備えたことを特徴とする符号装置。

【請求項4】 多値情報を2値情報に変換する際にレベルプレーン展開法を用いて符号化されたデータを復号する復号装置において、入力した符号データから得られたグループ番号とグループ内位置情報とを入力し、符号化の際と同様に定められたグルーピングパターン情報に従って、元のデータを復元するデグルーピング操作手段と、入力した符号データから得られたグループ番号をそれぞれ計数し、計数結果により算出されたグループの発生確率に基づいてグループを分割または結合することにより、情報源に対してエントロピーが最小化するようにグループを再構成し、その結果のグルーピングパターン情報を前記デグルーピング操作手段に通知するグループ発生計数手段とを備えたことを特徴とする復号装置。

【請求項5】 請求項4記載の復号装置において、入力した符号データをエントロピー符号データ部と等長符号

データ部とに分離する符号分離器と、分離されたエントロピー符号データ部からグループ番号を復元し、前記デグルーピング操作手段および前記グループ発生計数手段へ出力するエントロピー復号器と、分離された等長符号データ部からグループ内位置情報を復元し、前記デグルーピング操作手段へ出力する等長復号器とを備えたことを特徴とする復号装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、多値情報を2値情報に変換するためのレベルプレーン展開のプレーン展開パターンを最適化して符号化するレベルプレーン展開法を用いる符号化方法および符号／復号装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 情報源の圧縮技術としてエントロピー符号化が用いられることが多々ある。エントロピー符号化として、近年注目を浴びている方法に算術符号化がある。しかし、算術符号化方法では、符号化対象となる情報は2値情報源であることが望ましく、よって多値情報源を適用する場合には、一旦、多値情報源を2値情報源に変換後、符号化器へ入力する手段がとられている。この際、その変換方法としてレベルプレーン展開法が使用されることが多いが、符号化対象の情報が非常に大きくなるため、レベル間を結合しそのレベル数を縮退（レベルのグルーピング）し、すなわち変換後のビット列を少なくし、符号化器へ入力している。

【0003】 図10は、レベルプレーン間の結合の例を説明する図である。図10(A)は0から(M-1)までのM値情報源の各レベルを数直線で表示したものである。これを、例えば図10(B)に示すようにグルーピングすることによってレベル間を結合し、レベル数を縮退させる。図10(B)において、 G_i はグループ番号、 m_i はグループの大きさ、 P_i は各グループの発生確率を表している。ここで、グループ数がnであるとすると、iは0からn-1までの番号である。グルーピング操作後の状態では、各レベル値は、グループ番号とグループ内におけるそのレベル値の位置情報で表される。例えば、(M-2)のレベル値は、グループ番号が G_{n-1} 、グループ内位置情報が(01)₂番目の位置にあるので、 $G_{n-1} + (01)_2$ となる。

【0004】 このようなレベル数の縮退操作に伴い、情報源のもっているエントロピーが増大する（よって符号化効率が悪化する）こととなるので、その増加を最小化するために符号化対象となる情報源に最適にマッチしたレベル間結合を行う必要がある。

【0005】 従来のレベル間結合においては、まず情報源にDPCM (DIFFERENTIAL PULSECODE MODULATION) を施し、情報源の統計的性質を変換（この場合、その性質は往々にしてラプラス分布に近似できる）し、ラプラス分布に最適化されたレベル間結合が行われていた。

【0006】これらの方法は、J P E GのS P A T I A L符号化等で行われている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、符号化対象となる情報源が自然画像のようなものであれば、D P C Mによって、ほぼその統計的性質はラプラス分布に近似することになるが（当然例外はある）、符号化対象が文字画像のような場合には、D P C Mによりラプラス分布に近似させることが不可能となる。

【0008】図11は、情報源の統計的性質を説明する図である。図11（A）は、8 b i t量子化された自然画像にD P C Mを施した結果の値の分布、図11（B）は、8 b i t量子化された文字画像にD P C Mを施した結果の値の分布を示している。自然画像の場合には、情報源であるデータ値の変化が小さい部分が多いので、D P C Mを施すと、図11（A）に示すようにラプラス分布に近くなる。これに対し、文字画像に対してD P C Mを施すと、文字画像は白黒の変化が多く、中間的な明度の変化は少ないので、例えば図11（B）に示すように、ラプラス分布とは全く異なる分布になる。

【0009】このような場合、上記のようにレベル間結合をラプラス分布に対して最適化したまま固定にしておくと、図11（B）に示すような情報源の統計的性質を持つ文字画像を符号化しようとした場合に、符号化効率が悪化することとなる。

【0010】本発明は、符号化対象となる情報源の性質を予測・類推し、その結果を用いて、レベル間結合のパターンを前記予測された性質に合わせて最適化し、あらゆる統計的性質を有する情報源に対しても、ほぼ一定の効率で符号化を可能とすることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理ブロック図である。本発明では、情報源の符号化を行うと同時に、その確率分布を近似的に見積り、各グループを分割したり結合したりすることにより、動的にグルーピングパターンを更新していく。

【0012】本発明に係る符号装置は、図1（A）に示すように、符号化対象データを入力し、定められたグルーピングパターン情報に従って、符号化対象データがどのグループに属しているかを示すグループ番号と、グループ内のどの位置にあるかを示すグループ内位置情報とを生成するグルーピング操作部11を備える。また、グルーピング操作部11によって生成されたグループ番号をグループ毎に計数し、計数結果により算出されたグループの発生確率に基づいてグループを分割または結合することにより、情報源に対して符号化のエントロピーが最小化するようにグループを再構成し、その結果のグルーピングパターン情報をグルーピング操作部11に通知するグループ発生計数器12を備える。

【0013】また、本発明に係る復号装置は、図1

（B）に示すように、入力した符号データから得られたグループ番号とグループ内位置情報とを入力し、符号化の際と同様に定められたグルーピングパターン情報に従って、元のデータを復元するデグルーピング操作部13と、入力した符号データから得られたグループ番号をグループ毎に計数し、計数結果により算出されたグループの発生確率に基づいてグループを分割または結合することにより、情報源に対してエントロピーが最小化するようにグループを再構成し、その結果のグルーピングパターン情報をデグルーピング操作部13に通知するグループ発生計数器14とを備える。

【0014】

【作用】本発明は、多値情報を2値情報列に変換する際に用いられるレベルプレーン展開時に、展開後の状態を縮小するために、変換対象となる情報源の統計的性質を類推し最適なレベル間結合が行えるように、その結合パターンを動的に変化させ、あらゆる統計的性質を有する情報源に対してもエントロピーを最小化することができるようにしたものである。そのため、本発明では、符号化もしくは復号化の過程において、符号化済みのデータを累積することにより各グループの発生回数を求め、そこから各グループの発生確率を計算し、それに基づいて動的なグループの再構成すなわち動的なレベルプレーン間結合を行う。

【0015】

【実施例】図2は、本発明の実施例による符号装置のブロック構成図である。図中の矢印は信号の流れを示す。

【0016】D P C M器21は、符号化対象となる情報源に対して差分符号化を行うものである。ただし、D P C M器21は必須ではなく、これが省略されたとしても本発明の符号装置としての構成は可能である。

【0017】グルーピング操作部11は、D P C M化された符号列について、例えば図10のようにレベル間をグルーピングし、その符号化対象データがいずれのグループに属しているかを示すグループ番号を生成し、またグループ内のどの位置にあるかを示すグループ内位置情報を生成する。グループ発生計数器12は、符号化対象データの統計分布を予測し、最適なグループを形成するための情報をグルーピング操作部11へ送信する。

【0018】エントロピー符号器22は、グルーピング操作部11によって生成されたグループ番号をエントロピー符号化するものである。また、等長符号器23は、グルーピング操作部11によって生成されたグループ内位置情報を等長符号化するものである。

【0019】符号合成器24は、エントロピー符号器22および等長符号器23から出力される符号データビット系列を合成するためのものであって、例えば、エントロピー符号器22の出力が“010001”，等長符号器23の出力が“110”ならば、符号合成器24の出力は“010001110”となる。

【0020】符号合成器24の出力が、符号データとなり、図3に示す受信側の復号装置へ送信される。図3は、本発明の実施例による復号装置のブロック構成図である。図中の矢印は信号の流れを示す。

【0021】符号分離器31は、受信した符号データをエントロピー符号データ部と等長符号データ部に分離するものである。エントロピー復号器32は、エントロピー符号を復号し、グループ番号を復元する。等長復号器33は、等長符号を復号し、グループ内位置情報を復元する。

【0022】グループ発生計数器14は、エントロピー復号されたグループ番号の統計をとり、符号側にて決定されたグループ分割と同一の分割パターンを復元するものである。グループ発生計数器14は、図2に示す符号装置側のグループ発生計数器12と同様に構成される。

【0023】デグループ化操作部13は、等長復号器33から復号された等長符号と、エントロピー復号器32から復号されたグループ番号とから元の情報源データ（または、差分符号化データ）を生成する。

【0024】逆DPCM器34は、差分符号データを元の情報に復号するものである。前述したように、符号装置側の構成でDPCM器21が省略されている場合には、復号装置側でもこの逆DPCM器34を省略することが可能である。

【0025】なお、本実施例では、動的なグループ化操作の必要条件として、次の2項目の条件を適用している。

(1) グループの変更前後において、グループの総数を一定とする。

(2) グループの変更操作は送受信（DECODER&ENCODER）側にて同期動作し、変更のための情報は一切双方にてやりとりが行われない。

【0026】この(2)項は符号装置・復号装置間での符号化テーブルのやりとりを必要としないことを意味し、これは、本方式の特徴の1つと言える。例えば、現在N個の情報を符号化済みで今からN+1個目の情報を符号化（復号化も同様）する場合を考える。ここで、N+1個目の情報がグループiに所属しており、かつ過去N個の情報中、グループiに所属していた情報がM個存在していた場合、グループiの発生確率 P_i は M/N として、N+1個目の情報が処理される。その操作自体がグループ発生計数器12（復号装置ではグループ発生計数器14）にて行われる。

【0027】次に、グループ化操作のアルゴリズムについて説明する。なお、図2および図3に示すDPCM器21、逆DPCM器34、エントロピー符号器22、エントロピー復号器32、等長符号器23、等長復号器33、符号合成器24、符号分離器31の個々については、それぞれ周知の技術で構成されたものであるため、その個別的な内部の詳しい説明は省略する。

【0028】図4は、本発明の実施例におけるグループ化操作部およびグループ発生計数器にて行う処理を示すフローチャートである。まず、図4に示すステップS11では、処理の実行にあたってグループの初期化を行う。例えば、256値の情報源を9分割し、分割に際しては、2の指数分布に最適化された分割を行う。

【0029】図5は、この初期設定時に採用する9分割のグループ化例を示している。値が0に近い部分を小さな幅で、値が255に近い部分を大きな幅でグループ化している。

【0030】次に、ステップS12では、あるグループiを分割する際に、分割後のグループ i_1 、 i_2 に元のグループiの発生確率を割り振る分割予測係数Sの設定を行う。また、分割・結合を実行するか否かを判定する分割判定閾値 ϵ の設定も行う。

【0031】その後、ステップS13に移り、データ（ここでは、DPCM後のデータ）を入力し、そのデータの所属グループ、グループ内位置情報を識別し（ステップS14）、それぞれを2値情報化してエントロピー符号器22および等長符号器23に出力する（ステップS15）。この出力情報に基づいて、エントロピー符号器22および等長符号器23にて符号化が実行され、それぞれの符号データは符号合成器24にて一元配列され送信される。

【0032】ステップS16では、グループ毎の発生回数を累計し、グループ毎の発生確率 P_i を算出する。その後、最も大きな発生確率 P_i を持つグループiについてそのグループを2分割した際に発生するエントロピーの減少（利得）Gを計算する（ステップS17）。また、上記グループi以外について、2つのグループj、k（j、k≠i）を結合した際のエントロピーの増加（損失）Lを計算する（ステップS18）。この時、最も小さいL（min L）となるグループj、kを記憶しておく。

【0033】以上の利得Gおよび損失Lにより、ステップS19において、グループ再構成（分割・結合）を行うかどうかの判定を行う。そして、 $G - \min L \geq \epsilon$ のとき、分割・結合を実行するため、ステップS20へ進む。そうでないとき、ステップS21へ進む。

【0034】分割・結合を実行すると判定された場合、ステップS20によって新たなグループを編成する。その時のグループiをグループ i_1 、 i_2 に2等分割し、グループj、kを結合する。分割されたグループ i_1 、 i_2 には、それぞれ $P_i \cdot S$ と $P_i \cdot (1 - S)$ の発生確率を与える。今後それぞれの発生確率をもとに同様な処理が継続される。また、結合されたグループjkには $P_j + P_k$ の発生確率を与える。

【0035】その後、符号化すべきデータが存在するかどうかの判定を行う（ステップS21）。存在すれば、ステップS13へ戻り、再びデータの投入を行い、上記

と同様な処理を行う。もし、存在しなければ、エントロピー符号器22に対してデータの終了を通知する。

【0036】以上、符号装置におけるグルーピング操作およびグループ発生計数器にて行う処理を説明したが、復号装置におけるグルーピングパターンの変更についても全く同様の処理ロジックが用いられる。

【0037】以上のグループ分割操作および結合操作の理論的背景について説明する。

〔グループ分割操作の理論的背景〕今、グループ G_i ($i=0, 1, \dots, n-1$)のうちのいずれか一つのグループ G_M を2等分割することとする。この操作によってエントロピーが低下することになるが、その量は以下のとおりである。グループ G_M の発生確率を P_M 、グループの大きさを M_M とする。

【0038】グループ G_M の持つエントロピー H は、

$$H = -P_M \log P_M + P_M \log M_M$$

グループ G_M の2等分割により新たに発生したグループ G_{M1} 、 G_{M2} について、それぞれのグループの発生確率が $S : (1-S)$ となったとすると、分割後のエントロピー H_b は、

$$H_b = -P_M S \log P_M S - P_M (1-S) \log P_M (1-S) + P_M S \log (M_M / 2) + P_M (1-S) \log (M_M / 2)$$

分割操作より低下したエントロピーの総量 G は、

$$G = H - H_b = P_M \{ (1-S) \log (1-S) + S \log S + \log 2 \}$$

となり、 G の取り得る範囲は、

$$0 \leq G \leq P_M \log 2$$

となる。

【0039】 $G=0$ となるのは $S=1-S$ のときであり、 $G=P_M \log 2$ となるのは $S=1$ のときである。以上のことから、分割操作による利得(エントロピーの低下)は、2等分割後のそれぞれのグループの発生確率比に依存することとなるが、最大の利得を得るには、最大の P_i を持つ G_i を分割することが望ましいこととなる。

【0040】〔グループ結合操作の理論的背景〕グループ G_j と G_k とを結合し、新たなグループ G_c を形成する場合について考える。当然、グループ同士を結合することにより、エントロピーが増加することが考えられる。これは、結合操作における損失と考えることができ、この損失を最小化する2つのグループ同士を結合することが理想的な結合操作である。

【0041】以下で、結合操作によるエントロピーの変化量を計算する。結合前のグループ G_j と G_k の持つエントロピーの和は、

$$H = -(P_j \log P_j + P_k \log P_k) + P_j \log M_j + P_k \log M_k$$

結合後のグループ G_c の持つエントロピー H_c は、

$$H_c = -(P_j + P_k) \log (P_j + P_k) + (P_j +$$

$$P_k) \log (M_j + M_k)$$

である。

【0042】結合操作による損失(エントロピー増加) L は、

$$L = -P_j \log (1 + P_k / P_j) - P_k \log (1 + P_j / P_k) + P_j \log (1 + M_k / M_j) + P_k \log (1 + M_j / M_k)$$

損失 L は、 $P_k / P_j = M_k / M_j$ のとき0となる。

【0043】〔シミュレーションの結果〕図4で説明した処理において、分割予測係数 S を $S=0.3$ とし、分割判定閾値 ε を $\varepsilon=0$ とし、結合を行うグループ j, k はそれぞれ隣接するグループ同士に限定し、シミュレーションを行った結果を以下に示す。また、結合操作を行う時の損失 L の計算をマイクロプロセッサ等でも容易に実現可能なように、その計算中の \log の計算部分を、マクローリン展開による次のような近似演算式に書き直すこととする。

$$\log (1+x) \approx x - x^2 / 2 + x^3 / 3 - x^4 / 4$$

もし、 x が2の中乗和で表現されているならば、利得 G 、損失 L の計算は、シフト演算と加減算により実行が可能である。

【0045】本実施例では、対象となる情報源として、SIDBA標準画像(GIRL, MOON, AERIAL, COUPLE)およびCCITT標準画像を8bit量子化したものを使用する。各レベルプレーンをグルーピングし、9グループに分割している。図5は初期状態のグルーピングの様子を示す。また、DPCMとして図6に示すように、真上の画素を参照画素としたDPCMを行う。エントロピー符号化としては、算術符号化を適用することとし(ただし、簡単のためスタンプビットの挿入は省略している)、その際に真上に位置する参照画素の差分値を5状態に分割したもので条件付けを行ったマルコフモデリングを行う。

【0046】比較対象として、プレーン結合を行わない場合、JPEG-SPATIAL方式と同等なプレーン結合を行う固定結合方式およびビットプレーン方式の符号結果も求めた。

【0047】(a) 自然画像の符号化の例

使用モデルは、以下のとおりである。

(i) 前処理：サンプル画像(256×256画素, 8bit/sample)を予測符号器にかけ、その結果得られた予測誤差値を算術符号化対象とする。

【0048】(ii) 条件付け：図7(A)に示す要領で5状態に分割し条件付けを行う。

(iii) パターンの更新：プレーン結合パターンの更新は、各条件付け状態のそれぞれについて独立に行うこととし、それぞれの状態が128回発生するたびに行うように制御する。

【0049】この自然画像の符号化のシミュレーション

結果は、図8(A)に示すようになった。この結果から明らかなように、各方式の符号長は自然画像ではほぼ同様になっている。しかし、プレーン結合を行わない場合（純粋なレベルプレーン展開の場合）には、エントロピー符号化時に計算が必要となる状態数が 256×5 状態であるのに対し、グルーピングを行う方式でのエントロピー符号化時は 9×5 状態の計算で済み、符号化時の処理を大幅に簡易化することができる。

【0050】(b) 文字画像の符号化の例
使用モデルは、以下のとおりである。

(i) 前処理：サンプル画像（ 840×1188 画素， 8bit/sample ）を予測符号器にかけ、その結果得られた予測誤差値を算術符号化対象とする。

【0051】(ii) 条件付け：図7(A)に示す要領で5状態に分割し条件付けを行う。

(iii) パターンの更新：プレーン結合パターンの更新は、各条件付け状態のそれぞれについて独立に行うこととし、それぞれの状態が128回発生するたびに行うように制御する。

【0052】この文字画像の符号化のシミュレーション結果は、図8(B)に示すようになった。この文字画像の符号化のシミュレーション結果について考察すると、文字画像の場合、自然画像と異なり、その分布は指数分布とは大きく異なったものとなる。そのため、③の固定結合方式や④のビットプレーン方式は、②のプレーン結合なしの場合に比べて符号長が2倍以上増加する結果となっている。

【0053】しかし、本発明を用いた①の方式の場合、任意の確率分布に対して適応的に最適なレベル分割を行うため、プレーン結合を行わない場合に比べても符号長の増加はわずか数%にとどまっている。この結果は本発明方式が当初の目的のとおり適切な動作を行っていることの証明となっている。

【0054】一般に、画像の符号化を行う場合、その統計的性質は千差万別であり、必ずしも指数分布に従わない場合が多いため、本発明方式は、そのような問題点を解決するために有効な手段となっていると考えられる。

【0055】(c) 予測符号器のない場合の自然画像の符号化の例

使用モデルは、以下のとおりである。

(i) 前処理：予測符号化は行わない。よって、画像データそのものが、算術符号化対象となる。

【0056】(ii) 条件付け：図7(B)に示す要領で5状態に分割し条件付けを行う。

(iii) パターンの更新：プレーン結合パターンの更新は、各条件付け状態のそれぞれについて独立に行うこととし、それぞれの状態が128回発生するたびに行うように制御する。

【0057】前述した(a)のシミュレーションでは、算術符号器の前段に予測符号器が設けられていた。ここで

は、予測符号器がない場合の符号長について考察する。この予測符号器がない場合の自然画像の符号化のシミュレーション結果は、図9に示すようになった。

【0058】予測符号器を削除することにより、画像本来の統計的性質に対して、本発明方式がどれだけ有効に機能するかの評価ができる。この場合、前述した例とはまた少し異なった統計的性質に対して評価を行っているといえる。図9に示す結果から明らかなように、ここでも本発明方式の方が固定結合方式、ビットプレーン方式を凌ぐ結果となっている。もちろん、符号効率の改善を求めるのであれば、やはり予測符号器を挿入することが望ましいが、符号器の構成を簡略化するために予測符号器を削除したとしても、本発明方式を用いた算術符号器単体で、それなりのパフォーマンスが維持できている。

【0059】

【発明の効果】以上の説明およびシミュレーション結果から明らかなように、本発明によれば、自然画像と文字画像という両極端の性質をもつ画像に対して、SPATIAL符号化を行った場合にも、レベルプレーン化による多値から2値への変換とほぼ同等な符号化効率を得ることが可能である。それにもかかわらず、エントロピー符号化対象となる状態数は、上記の例の場合、 256 状態から 9 状態に大幅に減少させることが可能であり、これは、符号化時の処理を大幅に簡易化（よって処理スピードも大幅に向上）することを意味する。特に、多重マルコフモデリングに基づいてエントロピー符号化を行う場合、その効果は顕著であり、より実用的かつ符号化対象となる情報源に依存しない符号化器の実現に大きく寄与する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理ブロック図である。

【図2】本発明の実施例による符号装置のブロック構成図である。

【図3】本発明の実施例による復号装置のブロック構成図である。

【図4】本発明の実施例の処理フローチャートである。

【図5】初期設定時に用いる9分割のグルーピング例を示す図である。

【図6】参照画素と符号化画素の例を示す図である。

【図7】シミュレーションで用いた条件付け状態の種類を示す図である。

【図8】本発明と他の方式との比較のためのシミュレーション結果の例を示す図である。

【図9】本発明と他の方式との比較のためのシミュレーション結果の例を示す図である。

【図10】レベルプレーン間の結合の例を説明する図である。

【図11】情報源の統計的性質を説明する図である。

【符号の説明】

11 グルーピング操作部

- 12 グループ発生計数器
13 デグループピング操作部

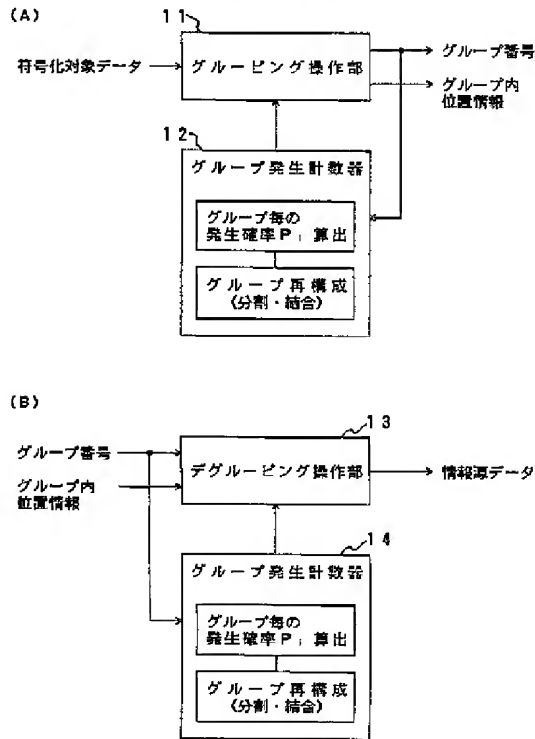
- 14 グループ発生計数器

【図1】

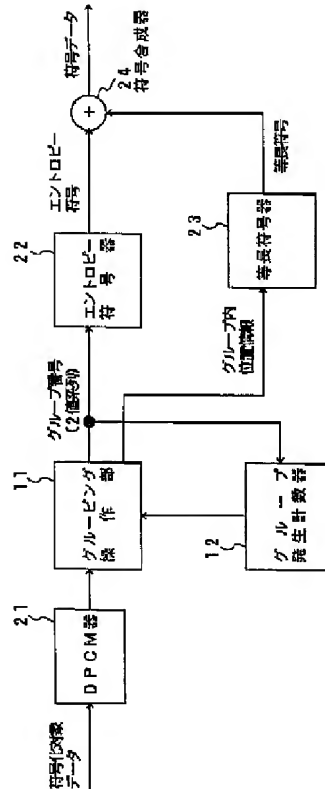
【図2】

【図3】

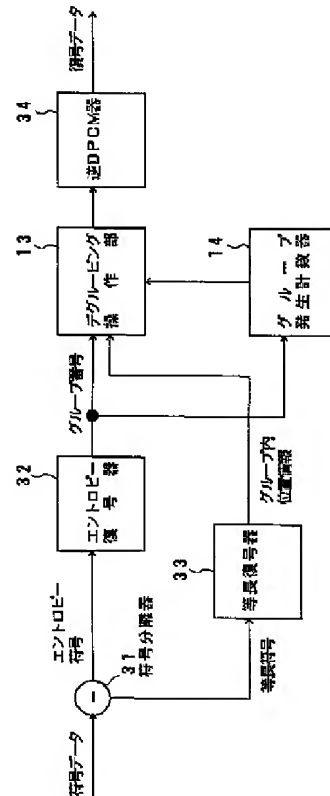
本発明の原理ブロック図



符号装置のブロック構成図



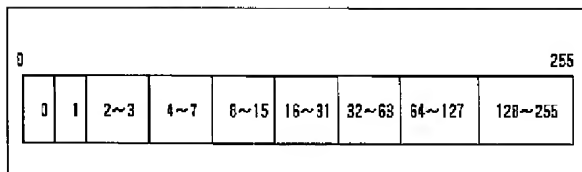
復号装置のブロック構成図



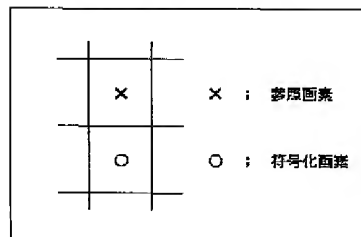
【図5】

【図6】

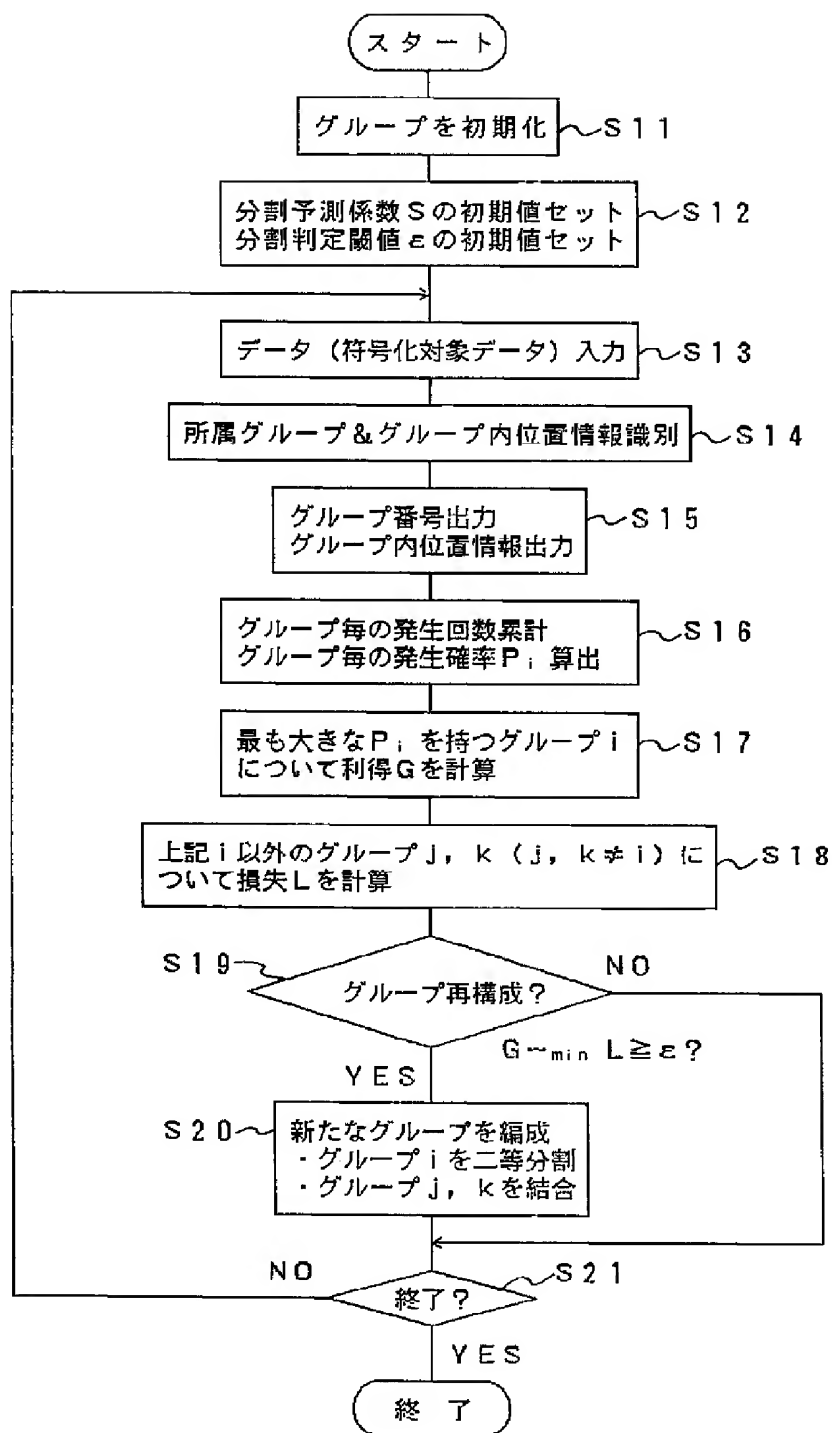
8分割のグループピング例（初期設定）



参照画素と符号化画素



【図4】



【図7】

(A) 条件付け状態の種類

(A)

状態番号	参照画素の値 e
5	0 $\leq e < 51$
3	51 $\leq e < 102$
1	102 $\leq e < 153$
2	153 $\leq e < 204$
4	204 $\leq e \leq 255$

(B)

状態番号	参照画素の値 e
5	$-255 \leq e \leq -16$
3	$-16 < e \leq -4$
1	$-4 < e < 4$
2	$4 \leq e < 16$
4	$16 \leq e \leq 255$

【図8】

(A) 自然画像の符号化

方式 \ 画像	GIRL	MOON	AERIAL	COUPLE
① 本発明方式	322,640 bit (4.92 b/p)	359,926 bit (5.49 b/p)	398,124 bit (6.07 b/p)	292,776 bit (4.47 b/p)
② プレーン結合なし	320,775 bit (4.89 b/p)	358,516 bit (5.47 b/p)	395,260 bit (6.03 b/p)	290,853 bit (4.44 b/p)
③ 固定結合方式 (JPEG SPATIAL方式)	322,304 bit (4.92 b/p)	359,845 bit (5.49 b/p)	396,125 bit (6.04 b/p)	292,591 bit (4.46 b/p)
④ ビットプレーン方式	330,023 bit (5.03 b/p)	361,509 bit (5.52 b/p)	396,666 bit (6.08 b/p)	304,627 bit (4.65 b/p)

(B) 文字画像の符号化

方式 \ 画像	CCITT No. 1	CCITT No. 2	CCITT No. 5	CCITT No. 8
① 本発明方式	139,225 bit (0.14 b/p)	83,859 bit (0.09 b/p)	214,671 bit (0.22 b/p)	129,607 bit (0.13 b/p)
② プレーン結合なし	134,002 bit (0.13 b/p)	82,564 bit (0.08 b/p)	206,456 bit (0.21 b/p)	127,683 bit (0.13 b/p)
③ 固定結合方式 (JPEG SPATIAL方式)	281,182 bit (0.28 b/p)	162,623 bit (0.16 b/p)	505,703 bit (0.51 b/p)	282,723 bit (0.28 b/p)
④ ビットプレーン方式	957,712 bit (0.96 b/p)	573,727 bit (0.57 b/p)	1,498,171 bit (1.50 b/p)	914,268 bit (0.92 b/p)

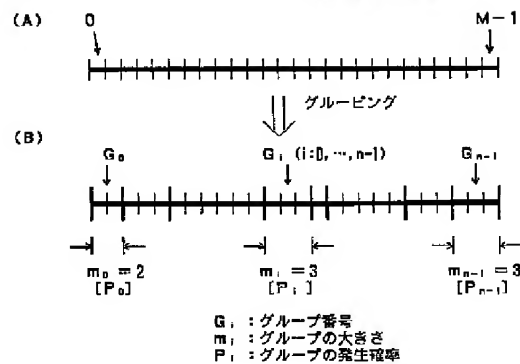
【図9】

予測符号化のない場合

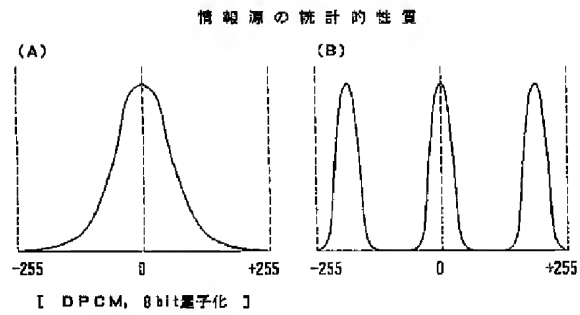
方式 \ 画像	GIRL	MOON	CCITT No. 1	CCITT No. 5
① 本発明方式	138,678 bit (0.14 b/p)	220,658 bit (0.22 b/p)	499,153 bit (0.54 b/p)	438,723 bit (0.68 b/p)
② プレーン結合なし	129,117 bit (0.13 b/p)	204,984 bit (0.21 b/p)	351,097 bit (0.55 b/p)	438,825 bit (0.68 b/p)
③ 固定結合方式 (JPEG SPATIAL方式)	379,446 bit (0.38 b/p)	721,133 bit (0.72 b/p)	433,557 bit (0.62 b/p)	467,881 bit (0.74 b/p)
④ ビットプレーン方式	968,852 bit (0.97 b/p)	1,580,557 bit (1.58 b/p)	450,413 bit (0.87 b/p)	481,468 bit (0.73 b/p)

【図10】

レベルプレーン間の結合の例



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

H04N 7/24

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所